

**MODEL *FORECASTING* WISATAWAN MANCANEGARA  
KE PROVINSI RIAU MENGGUNAKAN METODE BOX-JENKINS**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada Jurusan Matematika

**Oleh :**

**SALAM ALI WIRADINATA S**  
**10754000122**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU**

**2011**

# **MODEL *FORECASTING* WISATAWAN MANCANEGERA KE PROVINSI RIAU MENGGUNAKAN METODE BOX-JENKINS**

**SALAM ALI W.S**  
**10754000122**

Tanggal Sidang: 27 Juni 2011  
Tanggal Wisuda: Oktober 2011

Jurusan Matematika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. HR. Soebrantas No.155 Pekanbaru

## **ABSTRAK**

Tugas akhir ini menjelaskan tentang *forecasting* kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau. Tujuan penelitian ini ialah untuk membangun model *forecasting* kunjungan wisatawan mancanegara menggunakan metode Box-Jenkins. Data yang digunakan adalah jumlah perbulan kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau dari bulan Januari 2004 sampai bulan Desember 2010. Data *training* dan *testing* diambil dari bulan Januari 2004 sampai bulan Juni 2010 dan dari bulan Juli 2010 sampai Desember 2010. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> adalah model yang paling sesuai untuk *forecasting* kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau. Hasil *forecasting* mengindikasikan bahwa pola data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara Tahun 2011 mengikuti pola data aktual tahun-tahun sebelumnya. Kesimpulan dari tugas akhir ini, kunjungan wisatawan mancanegara mengalami pola kenaikan pada akhir tahun.

***Kata kunci:*** *Box-Jenkins, kunjungan wisatawan mancanegara, SARIMA*

## KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya dengan judul “**Model *Forecasting* Wisatawan Mancanegara ke Provinsi Riau Menggunakan Metode Box-Jenkins**”. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan tingkat sarjana. Selanjutnya limpahan shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, pembawa petunjuk bagi seluruh umat manusia.

Selanjutnya, dalam penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini penulis tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik langsung maupun tidak langsung. Untuk itu sudah sepantasnya penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta, Ayah (Said Habibullah S) dan Ibu (Hotnauli Br Ritonga) yang tidak pernah lelah dan tiada henti melimpahkan kasih sayang, perhatian, motivasi yang membuat penulis mampu untuk terus dan terus melangkah, pelajaran hidup, juga materi yang tidak mungkin bisa terbalas. Jasa-jasamu akan selalu kukenang hingga akhir hayatku dan semoga Allah SWT menjadikan jasa-jasamu sebagai amalan soleh, Amin. Ucapan terimakasih selanjutnya kepada:

1. Bapak Prof. DR. H. M. Nazir, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Ibu Dra. Hj. Yenita Morena, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu Yuslenita Muda, M.Sc selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau sekaligus Penguji II.
4. Bapak Riswan Efendi, M.Sc selaku Pembimbing I yang telah banyak membantu, mendukung, mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

5. Wartono, M.Sc selaku Pembimbing II yang telah banyak memotivasi, mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Ibu Ari Pani Desvina, M.Sc selaku Penguji I dan yang telah memberikan kritikan, motivasi dan saran sehingga tugas akhir ini selesai.
7. Ibu Fitri Aryani, M.Sc selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah banyak memotivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Semua Bapak dan Ibu dosen Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Akhirnya, dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk menghindari berbagai kesalahan, tetapi seperti kata pepatah mengatakan *tak ada gading yang tak retak*. Penulis mengharapkan kepada pembaca tugas akhir ini agar memberikan saran dan kritik yang membangun. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat kepada pihak yang memerlukan. Amin.

Pekanbaru, 27 Juni 2011

Salam Ali Wira D.S

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN .....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-2
1.3 Batasan Masalah .....	I-3
1.4 Tujuan Penelitian .....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-3
1.6 Sistematika Penulisan .....	I-4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Definisi Wisatawan Mancanegara.....	II-1
2.2 Pentingnya <i>Forecasting</i> dalam Kunjungan Wisatawan Mancanegara .....	II-2
2.3 <i>Forecasting</i> .....	II-2
2.4 Metode Runtun Waktu ( <i>Time Series</i> ).....	II-5
2.5 Model Linier <i>Time Series</i> yang Stasioner .....	II-6

2.6	Model <i>Time Series</i> Linier Non Stasioner .....	II-10
2.7	Model <i>Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average</i> .....	II-13
2.8	Prosedur Menstasionerkan Data.....	II-14
2.9	Prosedur Metode ARIMA Metode Box-Jenkins.....	II-15
2.10	Penelitian-Penelitian yang Terkait Model <i>Forecasting Time Series</i> Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara .....	II- 20
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Jenis dan Sumber Data Penelitian .....	III-1
3.2	Metode Analisis Data .....	III-2
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Deskriptif Tingkat Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Provinsi Riau.....	IV-1
4.2	Pembentukan Model <i>Forecasting</i> .....	IV-2
 BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan .....	V-1
5.2	Saran.....	V-2
 DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Beberapa penelitian <i>forecasting</i> wisatawan mancanegara.....	II-20
4.1 Deskriptif statistik kunjungan wisatawan mancanegara.....	IV-2
4.2 Model-model sementara yang sesuai.....	IV-6
4.3 Estimasi parameter model dan uji signifikansi .....	IV-7
4.4 <i>Output</i> proses Ljung Box Pierce SARIMA(2,1,0)(2,1,0) <sup>12</sup> dan SARIMA(0,1,1)(1,1,1) <sup>12</sup> .....	IV-10
4.5 Data <i>testing</i> dan hasil <i>forecasting</i> wisatawan mancanegara model SARIMA(0,1,1)(1,1,1) <sup>12</sup> .....	IV-13
4.6 Data hasil <i>forecasting</i> wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau ...	IV-13
5.1 Hasil <i>forecasting</i> wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau .....	V-1

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Bab I pada penelitian berikut ini terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Wisatawan mancanegara ke Indonesia memegang peranan penting dalam perekonomian kepariwisataan nasional, yaitu sebagai salah satu sumber penerimaan devisa negara, sebagai pencipta lapangan kerja serta kesempatan berusaha. Kunjungan wisatawan mancanegara ke beberapa daerah di Indonesia terutama ke Provinsi Riau jika diamati perkembangannya merupakan suatu hal yang menarik, terlebih lagi jika dapat dilakukan *forecasting*. Hal ini bermanfaat bagi instansi pemerintahan yaitu dinas pariwisata setempat maupun instansi swasta tertentu untuk mempersiapkan berbagai program yang berhubungan dengan “*visit Indonesia 2011*”.

Provinsi Riau merupakan sebuah provinsi di Indonesia yang terletak di tengah pulau Sumatra dan beribukota Pekanbaru dimana lokasi letaknya sangat strategis di negara-negara serumpun, sehingga pemerintah dan rakyatnya secara lantang menyatakan bahwa provinsi ini akan mengambil peran strategis di bidang perekonomian, kebudayaan maupun pariwisata. Hal ini dituangkan dalam visi Riau 2020, yaitu Provinsi Riau berhasrat menjadi pusat pertumbuhan perekonomian dan kebudayaan Melayu di Kawasan Asia Tenggara (Majalah *Visit Riau*, 2011).

Kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau mengalami pola kunjungan yang cukup signifikan dalam beberapa tahun terakhir selain sebagai tujuan bisnis yang ditandai dengan Provinsi Riau sebagai penghasil minyak dan berbagai *event* yang telah terlaksana, salah satunya yaitu tepatnya pada Tahun 2005 Provinsi Riau pernah menjadi tuan rumah Olimpiade Fisika Asia (OFA) atau *Asian*



*Physics Olympiad* (APhO) ke-6 serta dalam perkembangannya kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pola (*pattern*) data kunjungan dan tujuan utama wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau.

Secara umum, beberapa penelitian terkait untuk menganalisis adanya efek tertentu pada pola (*pattern*) data yang menjadi dasar permasalahan *forecasting* data *time series*, termasuk data wisatawan mancanegara yaitu informasi mengenai metode yang dapat diterapkan untuk model *forecasting* kunjungan wisatawan mancanegara. Pada penelitian Loganathan dkk (2010) memodelkan dan meramalkan banyaknya wisatawan internasional yang datang ke Malaysia dengan Sarima Box-Jenkins, Nuvitasari dkk (2009) menggunakan analisis intervensi *multi input* fungsi *step* dan *pulse* untuk peramalan kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia, sedangkan Pujiati (2009) yang dalam penelitiannya menyatakan bahwa peramalan kunjungan wisatawan mancanegara melalui Bandara Ngurah Rai dengan metode *time series* dan ARIMA Musiman masih tetap dapat digunakan untuk meramalkan kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut untuk memodelkan dan meramalkan kunjungan wisatawan mancanegara, maka penulis tertarik untuk membahas sebagai penelitian tugas akhir tentang bagaimana memodelkan dan meramalkan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau yang berjudul **“Model *Forecasting* Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Provinsi Riau Menggunakan Metode Box-Jenkins”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka penelitian ini rumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan metode Box-Jenkins untuk memodelkan dan meramalkan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau ?
2. Bagaimana hasil *forecasting* tingkat kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau pada Tahun 2011 dengan menggunakan model *forecasting* terbaik yang diperoleh dari penerapan metode Box-Jenkins ?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data bulanan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau selama 7 tahun yaitu mulai Januari 2004 sampai dengan Desember 2010.
2. Untuk menentukan model terbaik jika model yang dihasilkan lebih dari satu, maka akan dilihat keakuratan peramalan yang dapat diketahui dengan *error forecasting* menggunakan uji *Mean Squared Error* (MSE).

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan metode Box-Jenkins untuk memodelkan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau.
2. Memperoleh hasil *forecasting* jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada Tahun 2011 dengan menggunakan model *forecasting* terbaik.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis  
Mengetahui penerapan secara *real* metode Box-Jenkins untuk model *forecasting* tingkat kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau.
2. Bagi Lembaga Pendidikan  
Sebagai sarana informasi bagi pembaca dan sebagai bahan referensi bagi pihak yang memerlukannya untuk penelitian berikutnya.
3. Bagi Instansi Pemerintahan/Swasta  
Penelitian ini membantu institusi yang memanfaatkan data masa lalu untuk evaluasi serta hasil kajian ini dapat digunakan untuk menyusun rekomendasi dalam rangka meningkatkan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau dan memberikan informasi nilai *forecasting*nya pada periode

mendatang sehingga memudahkan dalam menentukan kebijakan, proses pengambilan keputusan dan membuat rencana masa depan instansi terkait.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika dalam pembuatan tulisan tugas akhir ini mencakup lima bab yaitu sebagai berikut:

### **BAB I      Pendahuluan**

Bab berikut ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II     Landasan Teori**

Bagian bab berikut ini menjelaskan beberapa teori model *forecasting* kunjungan wisatawan internasional (mancanegara) ke Provinsi Riau, penelitian-penelitian terkait, secara umum beberapa model *time series* yang linier stasioner dan linier nonstasioner, model  $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)^S$ , *differencing* dan prosedur Box-Jenkins.

### **BAB III    Metodologi Penelitian**

Bab berikut ini berisikan prosedur untuk memodelkan dan meramalkan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau dengan menggunakan metode Box-Jenkins.

### **BAB IV    Hasil dan Pembahasan**

Bab ini membahas secara komprehensif tentang beberapa hasil yang diperoleh untuk memodelkan dan meramalkan kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau dengan analisis yang lengkap berdasarkan prosedur Box-Jenkins.

### **BAB V     Penutup**

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab IV serta saran bagi pembaca.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

Bab II berikut terdiri dari beberapa pengertian yang berhubungan dengan wisatawan mancanegara, metode *time series* (Box- Jenkins), bentuk-bentuk data *time series*, *forecasting*, beberapa model linier *time series* yang stasioner maupun model linier nonstasioner serta model SARIMA.

#### **2.1 Definisi Wisatawan Mancanegara**

Berdasarkan rekomendasi *United Nation World Tourism Organization* (UNWTO) dan *International Union of Office Travel Organization* (IUOTO) definisi wisatawan mancanegara ialah setiap orang yang mengunjungi suatu negara di luar negara tempat tinggalnya, didorong oleh satu atau beberapa keperluan tanpa bermaksud memperoleh penghasilan di tempat yang dikunjungi (BPS: Statistik Kunjungan Wisatawan Mancanegara, 2009).

Definisi ini mencakup 2 (dua) kategori tamu mancanegara, ialah:

- a. Wisatawan (*Tourist*) adalah setiap pengunjung seperti definisi di atas yang tinggal paling sedikit 24 jam, akan tetapi tidak lebih dari 12 (dua belas) bulan di tempat yang dikunjungi dengan bermaksud kunjungan antara lain:
  1. Berlibur, rekreasi dan olah raga.
  2. Bisnis, mengunjungi teman dengan keluarga, misi, menghadiri pertemuan, konferensi, kunjungan dengan alasan kesehatan, belajar, dan keagamaan.
- b. Pelancong (*Excursionist*) adalah setiap pengunjung seperti definisi di atas yang tinggal kurang dari 24 jam di tempat yang dikunjungi (termasuk *cruise passenger* yaitu setiap pengunjung yang tiba di suatu negara dengan kapal atau kereta api, dimana mereka tidak menginap diakomodasi yang tersedia di negara tersebut).

## **2.2 Pentingnya *Forecasting* dalam Kunjungan Wisatawan Mancanegara**

Kunjungan wisatawan mancanegara memegang peranan penting dalam industri kepariwisataan untuk peningkatan kesejahteraan sosial dan perekonomian rakyat. Hal ini perlu diramalkan agar diketahui secara jelas berbagai produk wisata yang dibutuhkan, fasilitas pelayanan terhadap tamu negara, keamanan wisatawan mancanegara, serta perencanaan investasi wisata (Frechtling, 2001). Melihat pentingnya *forecasting* dalam kunjungan wisatawan mancanegara, maka dalam penelitian ini dijelaskan berbagai teori tentang *forecasting*.

## **2.3 *Forecasting***

*Forecasting* merupakan suatu masalah yang paling penting dalam berbagai bidang bisnis dan industri, pemerintahan, ekonomi, lingkungan sains, kedokteran, ilmu sosial, politik dan keuangan (Montgomery dkk, 2008).

*Forecasting* adalah perkiraan suatu kejadian di masa depan berdasarkan data yang ada dimasa lalu. Di dalam *forecasting*, bertujuan agar *forecasting* yang digunakan dapat meminimumkan pengaruh ketidakpastian terhadap instansi/perusahaan. Dengan kata lain *forecesting* bertujuan memperoleh *forecast* yang digunakan dapat meminimumkan kesalahan meramal (*forecast error*) yang diukur dengan *means squared error*, *means absolut error* dan sebagainya (Subagyo, 1986; Fatmawati, 2007).

### **a. Jenis-Jenis *Forecasting***

Rentang waktu kegiatan peramalan dalam praktek sangat bervariasi, ada yang melakukan peramalan secara rutin, seperti prediksi temperatur udara harian untuk Tahun 2011 yang secara kontinyu diprediksi dan diupdate, dalam penelitian tugas akhir ini peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara dilakukan dalam jangka menengah.

*Forecasting* berdasarkan jangka waktunya dapat dibagi menjadi yaitu (Montgomery dkk, 2008; Santoso, 2009):

1. Jangka Pendek (*Short Term*)

Jangka pendek meliputi kurun waktu mulai dari satu hari sampai satu musim atau dapat sampai satu tahun.

2. Jangka Menengah (*Medium Term*)

Jangka menengah meliputi kurun waktu dari satu musim (kuartal, triwulan atau yang lain) sampai dua tahun. Pada tugas akhir ini penulis mengestimasi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara perbulannya sebagai bagian dari *forecasting* jangka menengah.

3. Jangka Panjang (*Long Term*)

Jangka panjang meliputi peramalan untuk kurun waktu minimal lima tahun.

**b. Metode *Forecasting***

Metode peramalan dapat dikelompokkan menjadi dua metode yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Pada penelitian ini hanya digunakan metode kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu. Hasil *forecasting* sangat bergantung pada metode yang dipergunakan dalam *forecasting* tersebut. Karena dengan metode yang berbeda akan diperoleh suatu hasil *forecasting* dengan kenyataan yang terjadi. Semakin kecil penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi berarti metode yang dipergunakan semakin baik. Peramalan kuantitatif dapat digunakan bila terdapat tiga kondisi yaitu (Makridakis, 1992; Lumbantobing, 2008):

1. Adanya informasi tentang masa lalu,
2. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik,
3. Informasi tersebut dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa yang akan datang.

Metode peramalan kuantitatif dapat dibagi menjadi dua jenis model peramalan utama, yaitu metode kausal (regresi) dan metode *time series* (Makridakis dkk, 1983). Metode kausal pendugaan masa depan dari suatu faktor yang diramalkan dinamakan variabel tak bebas, diasumsikan bahwa faktor tersebut menunjukkan suatu hubungan

sebab-akibat dengan satu atau lebih variabel bebas. Sedangkan dalam metode *time series*, pendugaan masa depan dilakukan berdasarkan pada nilai masa lalu dari suatu variabel masa lalu itu sendiri (Efendi, 2010).

**c. Manfaat *Forecasting***

Kegunaan dari *forecasting* dapat ditinjau pada saat pengambilan keputusan. Keputusan yang tepat merupakan keputusan yang didasarkan oleh pertimbangan apa yang akan terjadi pada saat keputusan tersebut dilakukan (Lumbantobing, 2008). *Forecasting* diperlukan untuk mengantisipasi suatu peristiwa yang akan terjadi atau suatu kebutuhan yang akan timbul, sehingga dapat dipersiapkan kebijakan atau tindakan-tindakan yang perlu dilakukan.

Adapun manfaat dari *forecasting* secara umum adalah sebagai berikut:

1. Merupakan suatu pedoman dalam menentukan tingkat persediaan suatu bahan baku atau produk secara optimal sesuai dengan tingkat permintaan yang berubah-ubah.
2. Untuk perencanaan dan pengendalian persediaan dan penentuan investasi.
3. Untuk keperluan ekspansi perusahaan.
4. Membantu menentukan pengembangan suatu pekerjaan untuk periode selanjutnya.

**d. Hubungan *Forecasting* dengan Rencana**

*Forecasting* merupakan peramalan yang akan terjadi pada waktu mendatang, sedangkan rencana merupakan penentuan apa yang akan dilakukan pada waktu mendatang. Perbedaan antara *forecasting* dengan rencana yaitu: *forecasting* merupakan ramalan yang akan terjadi, tetapi belum tentu bisa dilaksanakan oleh perusahaan. Sedangkan rencana adalah langkah yang akan diambil setelah dilakukan peramalan. *Forecasting* dan *planning* (perencanaan) adalah dua kegiatan yang saling melengkapi dan bukan merupakan substitusi satu dengan yang lain, *forecasting* tidak

dapat menggantikan kegiatan perencanaan, meskipun *forecasting* merupakan bagian penting dari proses perencanaan (Santoso, 2009).

## **2.4 Metode Runtun Waktu (*Time Series Method*)**

Secara umum ada dua pendekatan utama dalam metode peramalan, yaitu pendekatan sebab akibat (kausal) dan pendekatan runtun waktu. Bagian ini fokus hanya menjelaskan peramalan dengan pendekatan runtun waktu atau yang lebih dikenal dengan metode runtun waktu.

### **a. Pengertian Runtun Waktu (*Time Series*)**

Runtun waktu adalah sekumpulan pengamatan terurut, yang diambil berdasarkan interval waktu tertentu misalkan sekumpulan data yang diambil per menit, per jam, per hari, per minggu, per bulan, per tahun, dan sebagainya (Box dkk, 2008).

Untuk dapat memahami pemodelan *time series*, perlu diketahui beberapa jenis data menurut waktu, yang dapat dibedakan sebagai berikut (Rosadi, 2006):

1. *Cross-section* data, yakni jenis data yang dikumpulkan untuk/pada sejumlah individu/kategori untuk sejumlah variabel pada suatu titik waktu tertentu.
2. *Time series* (runtun waktu) data yakni jenis data yang dikumpulkan menurut urutan waktu dalam suatu rentang waktu tertentu.
3. *Panel/Pooled* data, yakni jenis data dikumpulkan menurut urutan waktu dalam suatu interval waktu tertentu pada sejumlah individu/kategori. Model yang digunakan untuk pemodelan data tipe ini seperti model data panel, model runtun waktu multivariat.

Secara umum, metode *time series* bertujuan sebagai peramalan, pemodelan dan kontrol (Chatfield, 2001; Suhartono, 2007).



**b. Bentuk-bentuk Data Runtun Waktu (*Time Series*)**

Sebelum mengenal metode *forecasting* untuk berbagai data *time series* maka diperkenalkan dengan bentuk-bentuk data. Ada empat pola data *times series* yang umumnya terjadi yaitu (Efendi, 2010):

1. Stasioner, yakni *mean* dan *variance* data selalu konstan terhadap perubahan waktu.
2. Tren (*Trend*)
3. Musiman (*Seasonal*)
4. Tren dan Musiman (*Trend and Seasonal*)

**2.5 Model Linier *Time Series* yang Stasioner**

Konsep stasioneritas dapat digambarkan yaitu (Makridakis dkk, 1983):

- a. Suatu data *time series* apabila diplot dan tidak terbukti adanya perubahan nilai tengah dari waktu ke waktu, maka dikatakan *series* data tersebut stasioner pada nilai tengahnya (*mean*).
- b. Jika plot *time series* tidak menunjukkan adanya perubahan varians yang jelas dari waktu ke waktu, maka dikatakan *series* data merupakan stasioner pada variansnya.

Model-model linier *time series* untuk data yang stasioner secara umum yaitu:

**1. Model Autoregresi (*Autoregressive*) tingkat  $p$  atau  $AR(p)$**

Bentuk umum dari proses *autoregressive* tingkat  $p$  merupakan model linier yang paling dasar untuk proses yang stasioner, model ini dapat diartikan sebagai proses hasil regresi dengan dirinya sendiri. Secara matematis didefinisikan sebagai berikut (Wei, 2005):

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \cdots + \phi_p Z_{t-p} + a_t \quad (2.1)$$

dengan:

$Z_t$  adalah data pada periode  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, \dots, n$

$Z_{t-i}$  adalah data pada periode  $t-i$ ,  $i = 1, 2, \dots, p$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$\phi_0$  adalah suatu konstanta

$\phi_i$  adalah parameter *autoregressive* ke- $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, p$

Model AR( $p$ ) pada Persamaan (2.1) secara umum dapat pula ditulis dalam bentuk (Box dkk, 1994):

$$\phi(B)Z_t = \phi_0 + a_t \quad (2.2)$$

dengan  $\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$  dan  $B^i Z_t = Z_{t-i}$ ,  $i = 1, 2, \dots, p$ .

**a. Model Autoregresi (*Autoregressive*) Tingkat 1 atau AR(1)**

Model *autoregressive* pada tingkat 1 atau proses AR(1), secara matematis didefinisikan sebagai berikut (Wei, 2005):

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + a_t \quad (2.3)$$

dengan:

$Z_t$  adalah data pada periode  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, \dots, n$

$Z_{t-1}$  adalah data pada periode  $t - 1$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$\phi_0$  adalah suatu konstanta

$\phi_1$  adalah parameter *autoregressive* ke-1

**b. Model Autoregresi (*Autoregressive*) Tingkat 2 atau AR(2)**

Model *autoregressive* pada tingkat 2 didefinisikan secara matematis sebagai berikut (Wei, 2005):

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + a_t \quad (2.4)$$

dengan:

$Z_t$  adalah data pada periode  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, \dots, n$

$Z_{t-1}$  adalah data pada periode  $t - 1$

$Z_{t-2}$  adalah data pada periode  $t - 2$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$\phi_0$  adalah suatu konstanta

$\phi_1$  adalah parameter *autoregressive* ke-1

$\phi_2$  adalah parameter *autoregressive* ke-2

sehingga jika model ini dilanjutkan untuk model AR tingkat 3 atau AR(3) dan seterusnya sama dengan mengikuti pola umum model AR( $p$ ) pada Persamaan (2.1).

## 2. Model *Moving Average* Tingkat $q$ atau MA( $q$ )

Bentuk umum dari proses *moving average* tingkat  $q$  atau MA( $q$ ) didefinisikan sebagai berikut (Wei, 2005):

$$Z_t = \theta_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} \dots - \theta_q a_{t-q}, \quad (2.5)$$

dengan:

$Z_t$  adalah data pada periode  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, \dots, n$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$a_{t-i}$  adalah *error* pada periode  $t - i$ ,  $i = 1, 2, \dots, q$

$\theta_0$  adalah suatu konstanta

$\theta_i$  adalah parameter *moving average* ke- $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, q$

Model MA( $q$ ) pada Persamaan (2.5) dapat pula ditulis dalam bentuk (Box dkk, 1994):

$$Z_t = \theta_0 + \theta(B)a_t, \quad (2.6)$$

dengan  $\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$  dan  $B^i a_t = a_{t-i}$ ,  $i = 1, 2, \dots, q$ .

### a. Model *Moving Average* Tingkat 1 atau MA(1)

Bagian ini diberikan *moving average* diawali dengan tingkat 1 atau proses MA(1), didefinisikan sebagai berikut (Wei, 2005):

$$Z_t = \theta_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1}, \quad (2.7)$$

dengan:

$Z_t$  adalah data pada periode  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, \dots, n$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$a_{t-1}$  adalah *error* pada periode  $t-1$

$\theta_0$  adalah suatu konstanta  
 $\theta_1$  adalah parameter *moving average* ke-1

**b. Model *Moving Average* Tingkat 2 atau MA(2)**

Model *moving average* tingkat 2 didefinisikan sebagai berikut (Wei, 2005):

$$Z_t = \theta_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}, \quad (2.8)$$

dengan:

$Z_t$  adalah data pada periode  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, \dots, n$   
 $a_t$  adalah *error* pada periode  $t$   
 $a_{t-i}$  adalah *error* pada periode  $t-i$ ,  $i = 1, 2$ .  
 $\theta_0$  adalah suatu konstanta  
 $\theta_i$  adalah parameter *moving average* ke- $i$ ,  $i = 1, 2$ .

untuk model MA tingkat 3, MA tingkat 4 dan seterusnya, model ini dapat dilanjutkan dengan mengikuti pola umum MA( $q$ ) pada Persamaan (2.5).

**3. Model *Autoregressive Moving Average* atau ARMA( $p, q$ )**

Model kombinasi antara AR( $p$ ) dengan MA( $q$ ) dapat dinyatakan sebagai model ARMA( $p, q$ ), dengan bentuk umumnya yaitu (Wei, 2005):

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}, \quad (2.9)$$

dengan:

$Z_t$  adalah data pada periode  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, \dots, n$   
 $Z_{t-i}$  adalah data pada periode  $t-i$ ,  $i = 1, 2, \dots, p$   
 $a_t$  adalah *error* pada periode  $t$   
 $a_{t-i}$  adalah *error* pada periode  $t-i$ ,  $i = 1, 2, \dots, q$   
 $\phi_0$  adalah suatu konstanta  
 $\phi_i$  adalah parameter *autoregressive* ke- $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, p$   
 $\theta_i$  adalah parameter *moving average* ke- $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, q$

Model ARMA( $p, q$ ) pada Persamaan (2.9) dapat pula ditulis dalam bentuk (Box dkk, 1994):

$$\phi(B)Z_t = \theta_0 + \theta(B)a_t \quad (2.10)$$

dengan  $\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$  dan

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

### Contoh 2.1 Model ARMA(1,1)

Model ini merupakan kombinasi antara AR(1) dan MA(1), secara matematis dapat difenisikan sebagai berikut (Wei, 2005):

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1}, \quad (2.11)$$

dengan:

$Z_t$  adalah data pada periode  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, \dots, n$

$Z_{t-1}$  adalah data pada periode  $t - 1$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$a_{t-1}$  adalah *error* pada periode  $t - 1$

$\phi_0$  adalah suatu konstanta

$\phi_1$  adalah parameter *autoregressive* ke-1

$\theta_1$  adalah parameter *moving average* ke-1

untuk model ARMA(2,2), ARMA(3,3) dan seterusnya model ini dapat dilanjutkan dengan mengikuti pola umum ARMA( $p, q$ ) pada Persamaan (2.9).

## 2.6 Model Time Series Linier Non Stasioner

Secara umum, model ARIMA terdiri dari 3 parameter: ( $p, d, q$ ), dimana  $p$  merupakan parameter *autoregressive*,  $q$  merupakan parameter *moving average*,  $d$  menggambarkan jumlah proses *differencing*. Secara matematis, model ini ditulis sebagai berikut (Wei, 2005):

$$Z_t = \phi_0 + (1 + \phi_1)Z_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1)Z_{t-2} + \dots + (\phi_p - \phi_{p-1})Z_{t-p} - \phi_p Z_{t-p-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}, \quad (2.12)$$

dengan:

- $Z_t$  adalah data pada periode  $t$ ,  $t = 1, 2, \dots, n$
- $Z_{t-i}$  adalah data pada periode  $t - i$ ,  $i = 1, 2, \dots, p$
- $a_t$  adalah *error* pada periode  $t$
- $a_{t-i}$  adalah *error* pada periode  $t - i$ ,  $i = 1, 2, \dots, q$
- $\phi_0$  adalah suatu konstanta
- $\phi_i$  adalah parameter *autoregressive* ke- $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, p$
- $\theta_i$  adalah parameter *moving average* ke- $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, q$

Model ARIMA( $p, d, q$ ) pada Persamaan (2.12) dapat ditulis dalam bentuk:

$$\phi(B)(1 - B)^d Z_t = \phi_0 + \theta(B)a_t \quad (2.13)$$

dengan:

$$\begin{aligned} \phi(B) &= 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p, \\ (1 - B)^d &\text{ adalah differencing tingkat } d \text{ dan} \\ \theta(B) &= 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q. \end{aligned}$$

a. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (1,1,0)

Model ini ditulis dalam bentuk matematis sebagai berikut (Wei, 2005):

$$Z_t = \phi_0 + (1 + \phi_1)Z_{t-1} - \phi_1 Z_{t-2} + a_t \quad (2.14)$$

dengan:

- $Z_t$  adalah data pada periode  $t$ ,  $t = 1, 2, \dots, n$
- $Z_{t-i}$  adalah data pada periode  $t - i$ ,  $i = 1, 2$ .
- $a_t$  adalah *error* pada periode  $t$
- $\phi_0$  adalah suatu konstanta
- $\phi_1$  adalah parameter *autoregressive* tingkat 1

b. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (2,1,0)

Model berikut dalam bentuk matematis yaitu:

$$Z_t = \phi_0 + (1 + \phi_1)Z_{t-1} - (\phi_1 - \phi_2)Z_{t-2} - \phi_2 Z_{t-3} + a_{t-1} \quad (2.15)$$

dengan:

- $Z_t$  adalah data pada periode  $t, t = 1, 2, \dots, n$
- $Z_{t-i}$  adalah data pada periode  $t - i, i = 1, 2, 3$ .
- $a_{t-1}$  adalah *error* pada periode  $t - 1$
- $\phi_0$  adalah suatu konstanta
- $\phi_i$  adalah parameter *autoregressive* tingkat ke  $-i, i = 1, 2$ .

c. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (1,2,1)

Model tersebut dalam bentuk matematis sebagai berikut:

$$Z_t = \phi_0 + (2 + \phi_1)Z_{t-1} - (1 + 2\phi_1)Z_{t-2} + \phi_1 Z_{t-3} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \quad (2.16)$$

dengan:

- $Z_t$  adalah data pada periode  $t, t = 1, 2, \dots, n$
- $Z_{t-i}$  adalah data pada periode  $t - i, i = 1, 2, 3$ .
- $a_t$  adalah *error* pada periode  $t$
- $a_{t-1}$  adalah *error* pada periode  $t - 1$
- $\phi_0$  adalah suatu konstanta
- $\phi_1$  adalah parameter *autoregressive* tingkat 1
- $\theta_1$  adalah parameter *moving average* tingkat 1

d. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (1,1,1)

Model ini ditulis dalam bentuk matematis sebagai berikut (Wei, 2005):

$$Z_t = \phi_0 + (1 + \phi_1)Z_{t-1} - \phi_1 Z_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \quad (2.17)$$

dengan:

- $Z_t$  adalah data pada periode  $t, t = 1, 2, \dots, n$
- $Z_{t-i}$  adalah data pada periode  $t - i, i = 1, 2$ .
- $a_t$  adalah *error* pada periode  $t$
- $a_{t-1}$  adalah *error* pada periode  $t - 1$
- $\phi_0$  adalah suatu konstanta

$\phi_1$  adalah parameter *autoregressive* tingkat 1

$\theta_1$  adalah parameter *moving average* tingkat 1

## 2.7 Model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average $(p,d,q)(P,D,Q)^S$

*Time series seasonal* mempunyai karakteristik yang ditunjukkan oleh adanya korelasi beruntun yang kuat pada jarak semusim, yakni waktu yang berkaitan dengan observasi pada tiap periode musim (Sitepu, 2008). Model berikut ini merupakan model untuk data yang mengandung unsur pola *seasonal*. Secara umum bentuk model ARIMA Box Jenkins pola *seasonal* atau  $ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)^S$  adalah sebagai berikut (Wei,1989):

$$\phi_p(B)\Phi_P(B)^s(1-B)^d(1-B^s)^D Z_t = \phi_0 + \theta_q(B)\Theta_Q(B)^s a_t \quad (2.18)$$

dengan:

$p,d,q$  adalah tingkat AR, *differencing* dan MA *nonseasonal*

$P,D,Q$  adalah tingkat AR, *differencing* dan MA *seasonal*

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\Phi_P(B)^s = (1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_P B^{Ps})$$

$(1-B)^d$  adalah tingkat *differencing nonseasonal*

$(1-B^s)^D$  adalah tingkat *differencing seasonal*

$Z_t$  adalah data pada periode  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, \dots, n$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$$

$$\Theta_Q(B)^s = (1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \dots - \Theta_Q B^{Qs})$$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$\phi_0$  adalah suatu konstanta

$B$  adalah operator mundur (*backward*)



### Contoh 2.2

Model ARIMA(2,1,0)(2,1,0)<sup>12</sup>

Model berikut merupakan kombinasi antara model AR(2) *nonseasonal* sekali *differencing* dengan model AR(2) *seasonal* sekali *differencing*, dengan model matematisnya sebagai berikut:

$$\phi_2(B)\Phi_2(B)^{12}(1-B)(1-B^{12})Z_t = \phi_0 + a_t \quad (2.19)$$

dengan:

$$\begin{aligned}\phi_2(B) &= (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2) \\ \Phi_2(B)^{12} &= (1 - \Phi_1 B^{12} - \Phi_2 B^{24})\end{aligned}$$

Sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned}Z_t &= (1 + \phi_1)Z_{t-1} - \phi_1 Z_{t-2} + (1 + \Phi_1)Z_{t-12} - (\phi_1 \Phi_1 + \Phi_1 + \phi_1 + 1)Z_{t-13} + \\ &(\phi_1 \Phi_1 + \phi_1)Z_{t-14} - (\Phi_1 - \Phi_2)Z_{t-24} - (\phi_1 \Phi_2 + \Phi_2 - \phi_1 \Phi_1 - \Phi_1)Z_{t-25} - \\ &(\phi_1 \Phi_1 - \phi_1 \Phi_2)Z_{t-26} - \Phi_2 Z_{t-36} + (\phi_1 \Phi_2 + \Phi_2)Z_{t-37} - \phi_1 \Phi_2 Z_{t-38} + a_t\end{aligned} \quad (2.20)$$

## 2.8 Prosedur Menstasionerkan Data

Secara umum data yang tidak stasioner dapat distasionerkan dengan cara mencari selisih satu atau dengan derajat tertentu terhadap data aktual sebelumnya (*differencing*). Persamaan matematisnya adalah sebagai berikut:

$$\nabla Z_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (2.21)$$

Sehingga dapat ditulis untuk selisih derajat  $d$  dengan  $\nabla^d Z_t$ .

Di beberapa kasus dapat terjadi bahwa selisih (*difference*) pertama suatu *time series* masih nonstasioner, tetapi selisih yang kedua stasioner. Tujuan menghitung *differencing* adalah untuk mencapai stasioneritas (Makridakis dkk, 1983). Selisih tingkat dua adalah selisih pertama dari *series* hasil selisih pertama untuk *time series* asli, jika  $\nabla^2 Z_t$  adalah *differencing* orde dua dari  $Z_t$ , dan  $\nabla Z_t$  adalah *differencing* tingkat pertama dari  $Z_t$ , maka selisih hasil *differencing* tingkat dua dari  $Z_t$  yaitu:

$$\begin{aligned}\nabla^2 Z_t &= \nabla Z_t - \nabla Z_{t-1} \\ \nabla^2 Z_t &= (Z_t - Z_{t-1}) - (Z_{t-1} - Z_{t-2})\end{aligned}$$

$$\nabla^2 Z_t = Z_t - 2Z_{t-1} + Z_{t-2} \quad (2.22)$$

Sedangkan pada *differencing seasonal* sama dengan *differencing nonseasonal*, perbedaannya terletak pada periode data sebelumnya. Jika *differencing seasonal* berorder satu, maka secara matematis ditulis dalam bentuk (Box dkk, 1994):

$$\nabla_S Z_t = Z_t - Z_{t-s} \quad (2.23)$$

dengan  $S$  adalah periode *seasonal*, sehingga untuk selisih derajat  $D$  dengan  $\nabla_S^D Z_t$ .

Jika dalam *differencing seasonal* tingkat satu belum stasioner, maka dilakukan *differencing seasonal* tingkat dua, yang secara matematis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \nabla_S^2 Z_t &= \nabla_S Z_t - \nabla_S Z_{t-s} \\ \nabla_S^2 Z_t &= (Z_t - Z_{t-s}) - (Z_{t-s} - Z_{t-s-s}) \\ \nabla_S^2 Z_t &= Z_t - 2Z_{t-s} + Z_{t-2s} \end{aligned} \quad (2.24)$$

## 2.9 Prosedur Metode ARIMA Box-Jenkins

Langkah-langkah dalam prosedur Box-Jenkins adalah sebagai berikut:

### a. Identifikasi Model

Identifikasi model data *time series* yang stasioner digunakan ACF dan PACF. *Autokorelation function* (ACF) merupakan fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi antara data pada waktu ke  $t$  dengan data pada waktu-waktu sebelumnya. *Partial autokorelation function* (PACF) yaitu fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi parsial antara pengamatan (data) pada waktu ke  $t$  dengan pengamatan pada waktu-waktu sebelumnya.

Identifikasi model dilakukan dengan melihat grafik autokorelasi dan autokorelasi parsial data. Grafik ACF digunakan untuk menentukan kestasioneran data *time series* pada model  $AR(p)$ , yaitu dengan melihat *lag-lag*nya yang turun secara eksponensial atau sinusoidal. Sedangkan grafik PACF untuk menentukan kelas model dari data *time series* yang digunakan, yaitu dengan melihat fungsi *cut off* setelah *lag p*. Pada model  $MA(q)$  grafik PACF digunakan untuk menentukan kestasioneran data *time series*, yaitu dengan melihat *lag-lag*nya yang turun secara

eksponensial atau sinusoidal. Kemudian grafik ACF untuk menentukan kelas model dari data *time series* yang digunakan, yaitu dengan melihat fungsi *cut off* setelah lag  $q$  (Montgomery dkk, 2008; Efendi, 2010).

Identifikasi model untuk data yang mengandung unsur *seasonal* dan *trend*, juga dilakukan dengan melihat pasangan ACF dan PACF. Periode *seasonal* pada kasus data *seasonal trend* diperoleh dengan melihat grafik ACF hasil *differencing nonseasonal* yaitu lag yang mempunyai nilai korelasi yang tertinggi (Cryer, 1986).

#### b. Estimasi Parameter

Tahap ini dilakukan untuk menentukan parameter pada model sementara. Untuk memperoleh nilai taksiran parameter yang optimal dapat digunakan metode kuadrat terkecil. Setelah parameter ditaksir, selanjutnya dilakukan uji signifikansi parameter model.

Metode kuadrat terkecil yaitu suatu metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat *error*. Jumlah kuadrat *error* untuk persamaan *time series* tingkat satu analog dengan persamaan kuadrat *error* regresi linier sederhana, yaitu (Sembiring, 1995):

$$J = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (2.25)$$

untuk persamaan regresi sederhana:

$$\hat{y}_i = \alpha + \beta x_i \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, n \quad (2.26)$$

Sedangkan untuk *time series*, misalnya model AR(1) notasi  $y_i$  diganti dengan  $Z_t$ ,  $x_i$  dengan  $Z_{t-1}$ ,  $e_i$  dengan  $a_t$ ,  $\alpha$  dengan  $\phi_0$  dan  $\beta$  dengan  $\phi_1$ , maka Persamaan (2.25) menjadi:

$$J = \sum_{t=1}^n a_t^2 = \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2 \quad (2.27)$$

untuk model persamaan berikut:

$$\hat{Z}_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} \quad (2.28)$$

dengan mensubstitusikan pada Persamaan (2.28) ke Persamaan (2.27), maka jumlah kuadrat *error* menjadi:

$$J = \sum_{t=1}^n a_t^2 = \sum_{t=1}^n (Z_t - \phi_0 - \phi_1 Z_{t-1})^2 \quad (2.29)$$

Meminimumkan kuadrat *error* berarti meminimumkan Persamaan (2.29) dengan cara menurunkan terhadap parameter  $\phi_0$  dan  $\phi_1$  serta menyamakan dengan nol.

$$\begin{aligned} \frac{\partial J}{\partial \phi_0} &= 0 \\ \frac{\partial J}{\partial \phi_0} &= \frac{\partial}{\partial \phi_0} \sum_{t=1}^n (Z_t - \phi_0 - \phi_1 Z_{t-1})^2 = 0 \\ -2 \sum_{t=1}^n (Z_t - \phi_0 - \phi_1 Z_{t-1}) &= 0 \\ \sum_{t=1}^n Z_t - \sum_{t=1}^n \phi_0 - \sum_{t=1}^n \phi_1 Z_{t-1} &= 0 \\ \sum_{t=1}^n Z_t - \sum_{t=1}^n \phi_1 Z_{t-1} &= n\phi_0 \\ \phi_0 &= \frac{\sum_{t=1}^n Z_t}{n} - \phi_1 \frac{\sum_{t=1}^n Z_{t-1}}{n} \\ \phi_0 &= \bar{Z}_t - \phi_1 \bar{Z}_{t-1} \end{aligned} \quad (2.30)$$

selanjutnya untuk menurunkan pada Persamaan (2.29) terhadap  $\phi_1$ , maka:

$$\begin{aligned} \frac{\partial J}{\partial \phi_1} &= 0 \\ \frac{\partial J}{\partial \phi_1} &= \frac{\partial}{\partial \phi_1} \sum_{t=1}^n (Z_t - \phi_0 - \phi_1 Z_{t-1})^2 = 0 \\ -2 \sum_{t=1}^n (Z_t - \phi_0 - \phi_1 Z_{t-1})(Z_{t-1}) &= 0 \\ \sum_{t=1}^n Z_t Z_{t-1} - \phi_0 \sum_{t=1}^n Z_{t-1} - \phi_1 \sum_{t=1}^n (Z_{t-1})^2 &= 0 \\ \sum_{t=1}^n Z_t Z_{t-1} - \frac{\sum_{t=1}^n Z_t}{n} \sum_{t=1}^n Z_{t-1} - \phi_1 \left( \sum_{t=1}^n (Z_{t-1})^2 - \frac{(\sum_{t=1}^n Z_{t-1})^2}{n} \right) &= 0 \\ \phi_1 &= \frac{\sum_{t=1}^n Z_t Z_{t-1} - \left[ \left( \sum_{t=1}^n Z_t \right) \left( \sum_{t=1}^n Z_{t-1} \right) / n \right]}{\left( \sum_{t=1}^n (Z_{t-1})^2 \right) - \frac{(\sum_{t=1}^n Z_{t-1})^2}{n}} \end{aligned} \quad (2.31)$$

Selanjutnya parameter yang sudah diestimasi perlu dilakukan uji signifikansi. Uji signifikansi pada penelitian tugas akhir ini menggunakan nilai  $P$ . Dengan menggunakan nilai  $P$  yang dibandingkan dengan level toleransi ( $\alpha$ ) yaitu 0,05 yang digunakan dalam uji hipotesis berikut.

$H_0$  : Parameter model = 0 (Parameter model tidak signifikan dalam model)

$H_1$  : Parameter model  $\neq$  0 (Parameter model signifikan dalam model)

Kesimpulan untuk melihat uji signifikansi parameter model yang telah dimodelkan dengan kriteria penolakan  $H_0$  yaitu jika nilai  $P < \text{level toleransi } (\alpha = 5\%)$  (Iriawan dkk, 2006).

c. Verifikasi Model (Diagnostik *Check*)

Tahap verifikasi model dilakukan untuk melihat apakah model yang dihasilkan telah layak digunakan dengan melihat *residual* model. Pada tahap ini dilakukan uji independensi dan uji kenormalan *residual*.

1. Uji Independensi *Residual*

Uji ini dilakukan untuk mendeteksi independensi *residual* antar *lag*. Dua *lag* dikatakan independen (tidak berkorelasi) apabila antar *lag* tidak ada korelasi (Iriawan dkk, 2006). Uji independensi *residual* dapat dilakukan dengan melihat pasangan autokorelasi dan autokorelasi parsial *residual* yang dihasilkan model.

2. Uji Kenormalan *Residual*

Uji ini dilakukan dengan melihat histogram *residual*. Jika histogram *residual* telah mengikuti pola kurva normal, maka model telah memenuhi asumsi kenormalan sehingga model layak digunakan untuk *forecasting*.

Setelah kedua uji tersebut dipenuhi dilakukan lagi uji kerandoman *residualnya* yaitu dengan membandingkan nilai  $P$  pada *output* proses Ljung Box Pierce dengan level toleransi ( $\alpha = 0,05$ ) dalam uji hipotesis:

$H_0$  : *Residual* model mengikuti proses random

$H_1$  : *Residual* model tidak mengikuti proses random

Kriteria penerimaan  $H_0$  yaitu jika nilai  $P > \text{level toleransi}$  (Montgomery, 2008).

Jika model yang sesuai diperoleh lebih dari satu model, maka untuk memilih model yang terbaik dilakukan uji MSE (*Mean Square Error*) yaitu pada masing-masing *training (in-sample)* data maupun *testing (out-sample)* sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2 \quad (2.32)$$

dengan:

$Z_t$  adalah data pada periode  $t, t = 1, 2, \dots, n$

$\hat{Z}_t$  adalah data ramalan periode  $t$

$n$  adalah jumlah data

Model yang dipilih merupakan model yang mempunyai nilai MSE yang terkecil.

d. Penerapan Model *Forecasting*

Tahap terakhir pada model *time series* (Box-Jenkins) yang telah diperoleh dari tahap sebelumnya digunakan untuk menentukan nilai ramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau. Untuk melakukan *forecasting*, baik tidaknya hasil ramalan suatu model sangat menentukan keputusan apakah model tersebut akan dipakai atau sebaliknya.

Selanjutnya pada tahap *forecasting*, data yang digunakan yaitu data hasil *forecasting* pada data *testing*. Misalnya, model yang diperoleh adalah AR(1) maka tahap *forecasting* tersebut disajikan sebagai berikut:

1. *Training*

$$\hat{Z}_2 = \phi_0 + \phi_1 Z_1 \quad (2.33)$$

dan seterusnya hingga data terakhir pada data *training*.

2. *Testing*

$$\hat{Z}_t = \phi_0 + \phi_1 \hat{Z}_{t-1} \quad (2.34)$$

dengan  $\hat{Z}_{t-1}$  adalah data terakhir hasil *forecasting* pada data *training*.

3. *Forecasting*

Model matematis untuk tahap *forecasting* ini sama dengan model matematis data *testing* pada Persamaan (2.34), tetapi  $\hat{Z}_{t-1}$  adalah data terakhir hasil peramalan pada data *testing*.

## 2.10 Penelitian-penelitian yang Terkait Model *Forecasting Time Series* Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara

Penelitian yang berhubungan dengan *forecasting* kunjungan wisatawan mancanegara dalam perkembangannya telah banyak diteliti sebagaimana yang disajikan pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

**Tabel 2.1 Beberapa penelitian *forecasting* wisatawan mancanegara**

No	Judul Penelitian	Peneliti	Metode	Tahun
1.	<i>Forecasting International Tourism Demand in Malaysia Using Box Jenkins Sarima Application</i>	Loganathan, dkk	SARIMA	2010
2.	<i>Modeling And Forecasting Tourist Flows To Barbados Using Seasonal Univariate Time Series Models</i>	Mahalia Jackman	<i>Seasonal</i>	2010
3.	Peramalan Kunjungan Wisatawan Manca Negara Melalui Bandara Ngurah Rai dengan Analisis <i>Time Series</i>	Suhermin Ari Pujiati	Analisis <i>Time Series</i>	2009
4.	Perbandingan Metode Peramalan Untuk Deret Waktu Musiman	Suhermin Ari Pujiati	<i>Time Series Regression, Winter's E.S, Naive Model</i>	2009
5.	Perbandingan Peramalan Kunjungan Wisatawan Mancanegara Di Propinsi DIY Dengan Metode <i>Exponential Smoothing Holt-Winter</i> Dan <i>Seasonal Arima</i>	Annis Asmaul Husna	Metode <i>Exponential Smoothing Holt-Winter</i> dan SARIMA	2009
6.	Peramalan Jumlah Pengunjung Dengan Metode Dekomposisi Serta Kontribusi Jumlah Pengunjung Terhadap Pendapatan Objek Wisata Pantai Purwahamba Indah Tegal X	Annis Asmaul Husna	Metode Dekomposisi	2009
7.	Analisis Intervensi <i>Multi Input Fungsi Step</i> dan <i>Pulse</i> untuk Peramalan Kunjungan Wisatawan ke Indonesia	Eka Nuvitasari, dkk	Analisis Intervensi	2009

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan adalah studi lapangan dan studi pustaka. Studi lapangan dilakukan dengan tanya jawab dan pengumpulan data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau kepada pihak pegawai negeri sipil di Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Provinsi Riau. Sedangkan studi pustaka dilakukan penelaahan sumber pustaka yang relevan dengan permasalahan yang dikaji untuk mendapatkan informasi yang diperlukan, sehingga memunculkan gagasan yang akhirnya dapat dijadikan landasan dalam melakukan penelitian. Sumber pustaka yang dimaksud adalah buku-buku materi *time series* (khususnya metode Box-Jenkins). Kemudian melakukan analisa data dengan prosedur metode ARIMA Box-Jenkins.

#### **3.1 Jenis dan Sumber Data Penelitian**

##### **a. Jenis Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data runtun waktu perbulan selama 7 tahun mulai bulan Januari 2004 sampai dengan bulan Desember 2010. Adapun variabel dalam penelitian ini adalah jumlah kunjungan wisatawan mancanegara.

##### **b. Sumber Data**

Sumber data pada penelitian ini adalah data sekunder oleh Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Provinsi Riau. Data yang digunakan dalam penelitian ini tidak diambil secara langsung (primer), akan tetapi peneliti mengambil data yang telah ada (dicatat) oleh bagian pengolahan data pada Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Provinsi Riau.



### 3.2 Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode analisis data yaitu metode Box-Jenkins, sedangkan untuk pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* statistika yaitu Minitab. Adapun langkah-langkah pembentukan model *forecasting* dengan menggunakan metode Box-Jenkins adalah sebagai berikut:

#### Langkah 1. Identifikasi Model

Tahapan yang dilakukan pada identifikasi model Box-Jenkins adalah melihat data stasioner atau tidak. Pada identifikasi model data *time series* yang stasioner digunakan ACF dan PACF. Apabila data tidak stasioner, maka perlu dimodifikasi untuk menghasilkan data yang stasioner dengan cara *differencing*.

Tahap identifikasi model ini dilakukan dengan pembuatan plot data aktual, pembuatan grafik fungsi autokorelasi (ACF) dan pembuatan grafik fungsi autokorelasi parsial (PACF) dengan bantuan *software* minitab. Tahap ini yaitu mencari model yang paling sesuai dengan data, yang dilakukan dengan melihat grafik pasangan ACF dan PACF data.

#### Langkah 2. Estimasi Parameter

Pada langkah ini akan ditentukan parameter model dari model sementara hasil identifikasi yaitu dengan menggunakan metode kuadrat terkecil. Uji signifikansi parameter model digunakan uji signifikansi nilai  $P$  yang dibandingkan dengan level toleransi ( $\alpha$ ).

#### Langkah 3. Verifikasi (*Diagnostic Check*) Model

Pengujian diagnostik dilakukan untuk menguji kelayakan model peramalan, jika model yang diperoleh belum layak maka dicari model lain. Pada penelitian ini terdapat uji yang dilakukan dalam tahap diagnostik yaitu uji independensi dan kenormalan *residual*.

a. Uji Independensi *Residual*

Uji ini dilakukan untuk melihat independensi *residual* antar *lag* yang dapat dilakukan dengan melihat pasangan ACF dan PACF *residual* yang dihasilkan model.

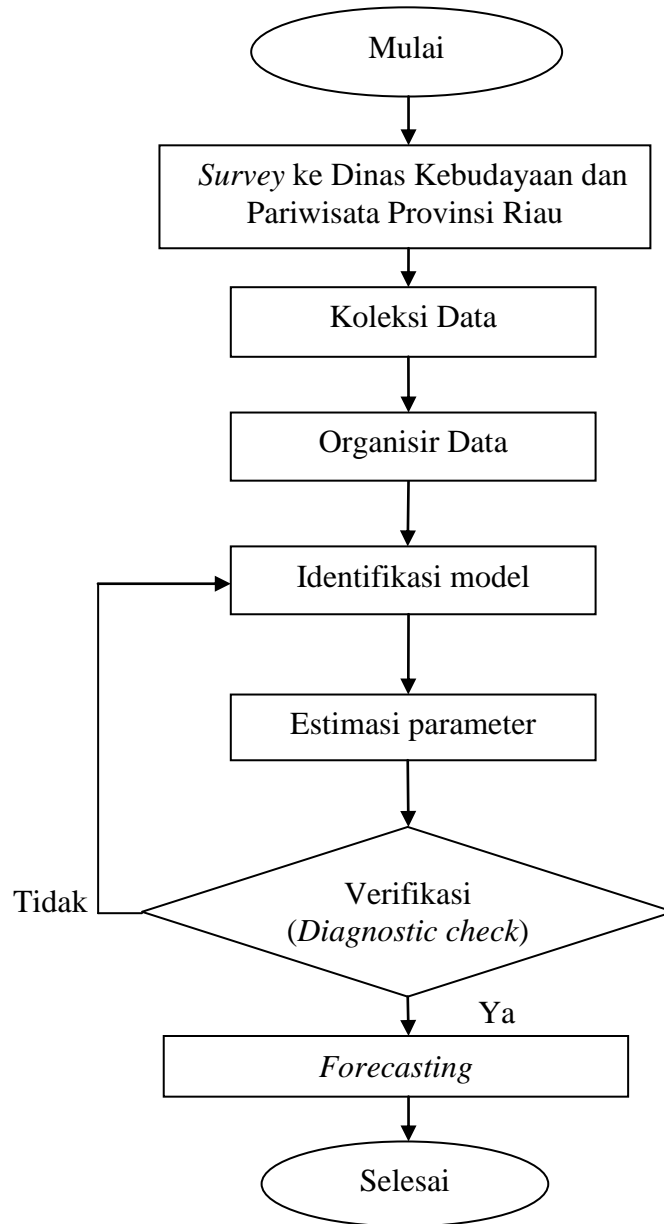
b. Uji Kenormalan *Residual*

Uji ini dilakukan dengan melihat histogram *residual* yang dihasilkan model. Jika histogram *residual* telah mengikuti pola kurva normal, maka model asumsi kenormalan telah dipenuhi. Selain dengan uji independensi *residual* dan uji kenormalan *residual* pada tahap verifikasi model juga dilihat uji kerandoman *residual* dengan membandingkan nilai  $P$  terhadap level toleransi pada *output* proses Ljung Box Pierce. Jika model yang diperoleh lebih dari satu maka pada masing-masing *training* data dan *testing* dilakukan uji *mean squared error*.

Langkah 4. *Forecasting*

Setelah mendapatkan model peramalan terbaik, selanjutnya dilakukan peramalan. Tahap ini terdiri atas tiga bagian, yaitu untuk data *training*, *testing* dan *forecasting*.

Langkah–langkah pengumpulan data dan pembentukan model *forecasting* di atas dapat digambarkan dalam *flow chart* sebagai berikut:



**Gambar 3.1** *Flow chart* metode pengumpulan data dan pembentukan model

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV ini akan dilakukan pembahasan model *time series* untuk *forecasting* tingkat kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau, yang terdiri dari data dan pembentukan model *forecasting* jumlah kunjungan wisatawan mancanegara. Adapun langkah-langkah dalam metode Box-Jenkins yaitu identifikasi model, estimasi parameter model, verifikasi model (*diagnostic check*) dan penerapan model *forecasting*.

#### 4.1 Deskriptif Tingkat Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Provinsi Riau

Tingkat kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau selama 7 tahun mulai dari Tahun 2004 sampai Tahun 2010 mengalami penurunan. Sehingga untuk lebih jelasnya, berikut akan disajikan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara dalam bentuk histogram pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Histogram wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau**

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa tingkat kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau tertinggi pada Tahun 2004 sedangkan terendah pada Tahun 2009. Tingginya tingkat kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau pada Tahun 2004 diakibatkan oleh Kepulauan Riau pada tahun

tersebut masih tergabung dengan Provinsi Riau. Sedangkan rendahnya tingkat kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau pada Tahun 2009 disebabkan oleh kondisi krisis global yang melanda hampir semua negara di dunia (BPS: Berita Resmi, 2009). Berikut merupakan tabel deskriptif statistik tingkat kunjungan wisatawan mancanegara (wisman) ke Provinsi Riau:

**Tabel 4.1 Deskriptif statistik kunjungan wisatawan mancanegara**

Variabel	N (Jumlah data)	<i>Mean</i>	Minimum (Orang)	Maximum (Orang)
Wisman	84	3.480	1.843	9.291

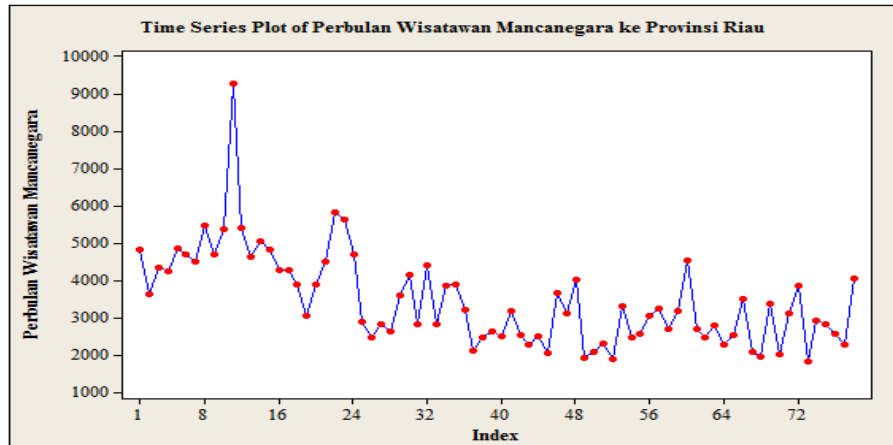
Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai rata-rata jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau selama 84 bulan terakhir terhitung Januari 2004 sampai Desember 2010 adalah 3.480 orang. Hal ini berarti bahwa rata-rata setiap bulan Provinsi Riau menerima 3.480 orang wisatawan mancanegara. Jumlah wisatawan mancanegara terendah adalah 1.843 orang, yaitu yang terjadi pada bulan Januari 2010, sedangkan jumlah wisatawan mancanegara tertingginya mencapai 9.291 orang, yaitu terjadi pada bulan November 2004.

#### **4.2 Pembentukan Model *Forecasting***

Pembentukan model *forecasting* dilakukan dengan metode Box-Jenkins terdiri dari 84 data yang terhitung dari bulan Januari 2004 sampai Desember 2010. Data jumlah kunjungan perbulan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau disajikan dalam Lampiran A. Adapun langkah-langkah metode Box-Jenkins yaitu identifikasi model, estimasi parameter, verifikasi model dan *forecasting*.

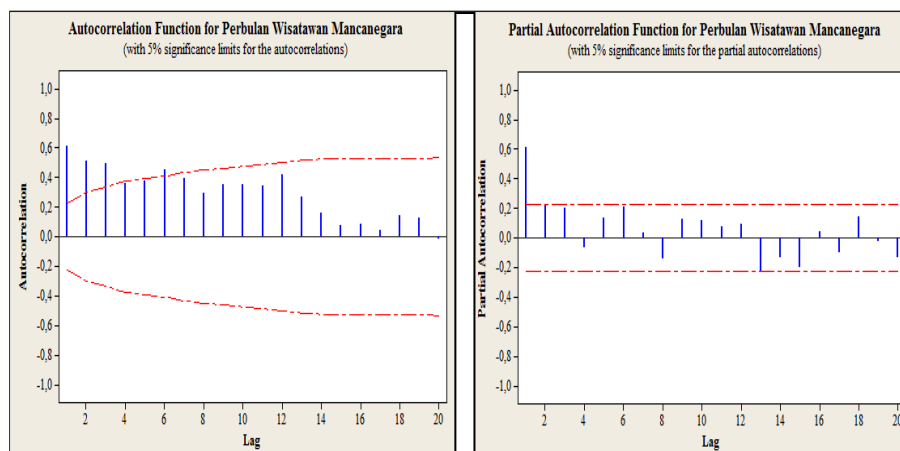
##### **Langkah 1. Identifikasi Model**

Identifikasi model dilakukan untuk melihat kestasioneran data dan menentukan model sementara yang sesuai dengan data kunjungan wisatawan mancanegara dengan cara membuat plot data, grafik autokorelasi serta autokorelasi parsial data aktual. Plot data aktual terlihat pada gambar berikut:



**Gambar 4.2 Grafik data aktual wisatawan mancanegara**

Berdasarkan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa terjadi pola kenaikan pada periode pertama sampai periode sebelas dan pada periode berikutnya terjadi pola penurunan serta terdapat pola tertentu. Pola kenaikan pada sebelas periode pertama mengindikasikan bahwa data tidak stasioner. Selanjutnya untuk lebih meyakinkan dapat dilihat pasangan ACF dan PACF seperti pada Gambar 4.3.

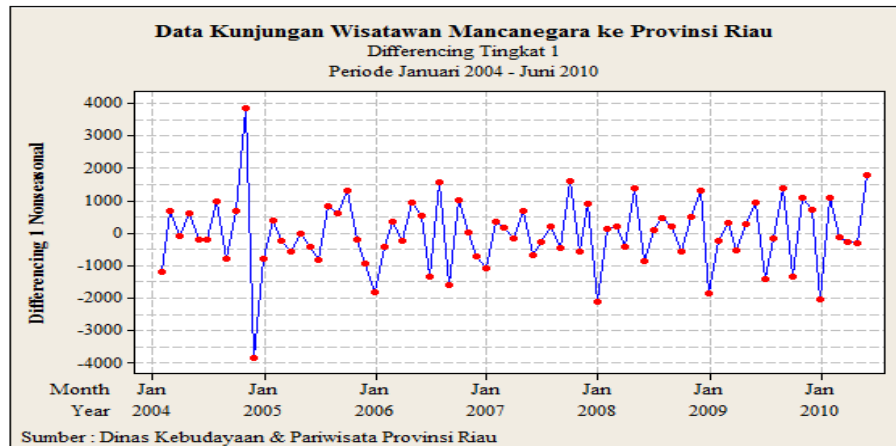


**Gambar 4.3 Grafik ACF dan PACF data aktual wisatawan**

Grafik ACF dan PACF pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa data tidak stasioner karena *lag-lag* pada ACF turun secara lambat atau tidak turun secara eksponensial. Selain itu, *lag-lag* pada ACF mengindikasikan adanya unsur pola *seasonal* pada data ditandai dengan *lag-lag* ACF yang membentuk pola gelombang. Secara jelas pola gelombang terlihat pada *lag* empat sampai pada *lag*

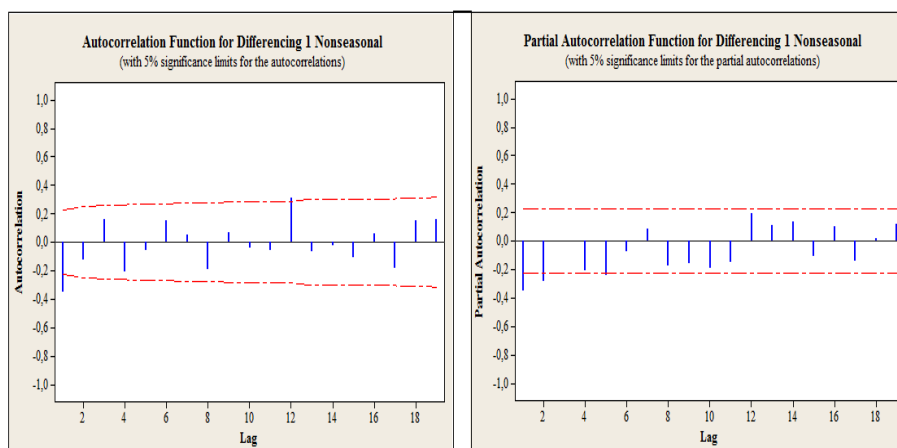
delapan, maka dapat disimpulkan bahwa data tidak stasioner. Untuk menghilangkan ketidakstasioneran data yang diakibatkan oleh pola kenaikan dan pola *seasonal* dilakukan *differencing nonseasonal* dan *differencing seasonal*.

Pertama, untuk menghilangkan pola kenaikan pada *pattern* data dilakukan *differencing nonseasonal* tingkat pertama. Kemudian data hasil *differencing nonseasonal* tingkat pertama disajikan pada Gambar 4.4 dan Lampiran B.



**Gambar 4.4** Data hasil *differencing nonseasonal* tingkat pertama

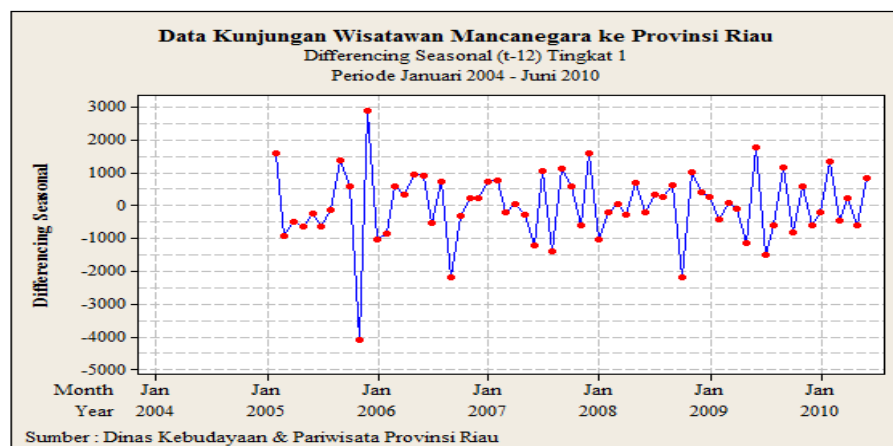
Berdasarkan Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa data berfluktuasi sepanjang sumbu horizontal sehingga secara kasat mata (visual) terlihat bahwa data cenderung stasioner, tetapi untuk lebih meyakinkan dilakukan uji pasangan ACF dan PACF. Grafik pasangan ACF dan PACF disajikan pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5** ACF dan PACF *differencing nonseasonal* tingkat pertama

Grafik ACF dan PACF setelah dilakukan *differencing nonseasonal* tingkat pertama pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa data sudah stasioner dari pola kenaikan. Berdasarkan Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa terdapat dua model *nonseasonal* yang sesuai yaitu model AR(2) dan model MA(1). Model AR(2) dapat diketahui dari *lag-lag* pada ACF yang turun secara eksponensial dan PACF *cut off* setelah *lag* 2. Disamping itu, model MA(1) dapat diketahui dari *lag* kedua dan ketiga pada PACF turun secara eksponensial dan ACF *cut off* setelah *lag* 1. Grafik ACF pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa nilai korelasi positif tertinggi pada *lag* 12 yaitu 0,309084. Hal ini berarti bahwa periode *seasonal*nya signifikan pada *lag* 12, maka diperoleh nilai  $S = 12$ .

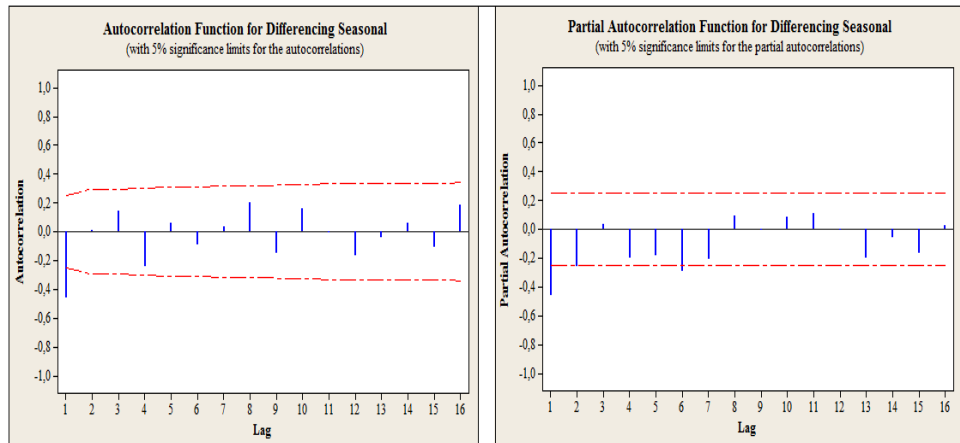
Kedua, untuk menghilangkan pola *seasonal* pada data wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau, maka perlu dilakukan *differencing seasonal* tingkat pertama. Data hasil *differencing seasonal* tingkat pertama disajikan pada Gambar 4.6 dan Lampiran B.



**Gambar 4.6 Data hasil *differencing seasonal* tingkat pertama**

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa data wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau setelah dilakukan *differencing seasonal* tingkat pertama cenderung stasioner dari pola *seasonal*, karena dapat dilihat secara kasat mata (visual) bahwa data telah berfluktuasi sepanjang sumbu horizontal, sehingga untuk lebih meyakinkan bahwa *pattern* data cenderung stasioner dapat dilihat pada pasangan ACF dan PACF sebagai berikut:





**Gambar 4.7 ACF dan PACF *differencing seasonal* tingkat pertama**

Gambar 4.7 menggambarkan bahwa data sudah stasioner, karena *lag-lag* pada ACF dan PACF turun secara eksponensial. Identifikasi model untuk model *seasonal* dapat dilihat dari pasangan ACF dan PACF pada Gambar 4.7. Berdasarkan Gambar 4.7 tersebut, bahwa ACF turun secara eksponensial dan PACF *cut off* setelah *lag* 2. Hal ini menunjukkan bahwa model *seasonal* yang sesuai adalah AR(2) dengan sekali *differencing seasonal* tingkat pertama. Disamping itu, *lag-lag* pada ACF dan PACF juga turun secara eksponensial serta *cut off* setelah *lag* 1 sehingga model ARMA(1,1) merupakan model yang sesuai.

Setelah dilakukan *differencing nonseasonal* dan *seasonal* masing-masing tingkat pertama, maka diperoleh model yang sesuai untuk jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau adalah model SARIMA(2,1,0)(2,1,0)<sup>12</sup> dan model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> dengan model matematisnya sebagai berikut:

**Tabel 4.2 Model-model sementara yang sesuai**

Model	Bentuk Matematis
SARIMA(2,1,0)(2,1,0) <sup>12</sup>	$\phi_2(B)\Phi_2(B)^{12}(1-B)^1(1-B^{12})^1Z_t = \phi_0 + a_t$
SARIMA(0,1,1)(1,1,1) <sup>12</sup>	$\Phi_1(B)^{12}(1-B)^1(1-B^{12})^1Z_t = \phi_0 + \theta(B)\Theta(B^{12})a_t$

## Langkah 2. Estimasi Parameter Model

Langkah kedua dalam metode Box-Jenkins yaitu estimasi parameter pada model SARIMA(2,1,0)(2,1,0)<sup>12</sup> dan model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> serta

konstanta dengan menggunakan metode kuadrat terkecil atau *ordinary least square*. Namun, karena data kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau yang digunakan dalam jumlah yang banyak, sehingga untuk mempermudah penyelesaian estimasi parameter maka digunakan *software* minitab untuk memperoleh nilai estimasi parameter model, serta konstantanya yang telah diidentifikasi dan dilakukan uji signifikansinya sebagai berikut dalam Tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Estimasi parameter model dan uji signifikansi**

Model	Parameter	Koef	SE Koef	<i>P-value</i>	Keputusan
SARIMA (2,1,0)(2,1,0) <sup>12</sup>	$\phi_1$	-0,7281	0,1264	0,000	Signifikan
	$\phi_2$	-0,2547	0,1287	0,052	Tidak Signifikan
	$\Phi_1$	-0,4200	0,1360	0,003	Signifikan
	$\Phi_2$	0,4956	0,1308	0,000	Signifikan
	$\phi_0$	16,3	100,8	0,872	Tidak Signifikan
SARIMA (0,1,1)(1,1,1) <sup>12</sup>	$\theta_1$	0,7949	0,0798	0,000	Signifikan
	$\Phi_1$	-0,9811	0,0580	0,000	Signifikan
	$\Theta_1$	-0,6791	0,1712	0,000	Signifikan
	$\phi_0$	23,2	34,11	0,498	Tidak Signifikan

Berdasarkan hasil estimasi parameter pada Tabel 4.3, diperoleh bahwa pada model SARIMA(2,1,0)(2,1,0)<sup>12</sup> parameter-parameter yang signifikan adalah  $\phi_1 = -0,7281$ ,  $\Phi_1 = -0,4200$ ,  $\Phi_2 = 0,4956$ . Hal ini dikarenakan nilai ketiga parameter tersebut mempunyai  $P\text{-value} < (\alpha = 0,05)$ . Sedangkan untuk parameter  $\phi_2 = -0,2547$  serta nilai konstanta  $\phi_0 = 16,3$  tidak signifikan, karena mempunyai  $P\text{-value} > (\alpha = 0,05)$ . Sedangkan pada model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> terdapat tiga parameter yang signifikan yaitu parameter  $\theta_1 = 0,7949$ ,  $\Phi_1 = -0,9811$ ,  $\Theta_1 = -0,679$ . Hal ini dikarenakan ketiga parameter tersebut mempunyai  $P\text{-value} < (\alpha = 0,05)$ . Namun, nilai konstanta  $\phi_0 = 23,23$  tidak signifikan karena mempunyai  $P\text{-value} > (\alpha = 0,05)$ .

Adapun model SARIMA(2,1,0)(2,1,0)<sup>12</sup> dapat ditulis kembali secara matematis menjadi:

$$\begin{aligned}
 Z_t = & 0,2719Z_{t-1} + 0,7281Z_{t-2} + 0,58Z_{t-12} - 0,1577Z_{t-13} - \\
 & 0,4222Z_{t-14} + 0,9156Z_{t-24} - 0,2489Z_{t-25} - 0,6667Z_{t-26} - \\
 & 0,4956Z_{t-36} + 0,1347Z_{t-37} + 0,3608Z_{t-38} + a_t \quad (4.1)
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> setelah diestimasi parameter dan diuji signifikansinya dapat ditulis kembali modelnya secara matematis yaitu:

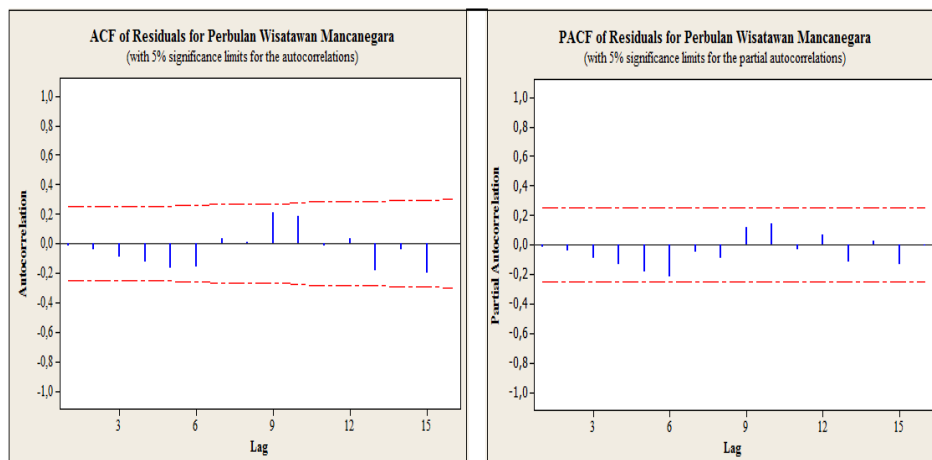
$$Z_t = Z_{t-1} + 0,0189Z_{t-12} - 0,0189 Z_{t-13} + 0,9811Z_{t-24} + a_t - 0,9811Z_{t-25} - 0,7949a_{t-1} + 0,6791a_{t-12} - 0,53982a_{t-13} \quad (4.2)$$

### Langkah 3. Verifikasi (*Diagnostic Check*) Model

Hal yang dilakukan pada tahapan ini yaitu melihat apakah model yang dihasilkan sudah layak digunakan untuk peramalan atau belum, dengan melihat *residual* yang dihasilkan model. Uji yang dilakukan pada penelitian ini yaitu uji independensi dan uji kenormalan *residual* serta uji kerandoman *residual*.

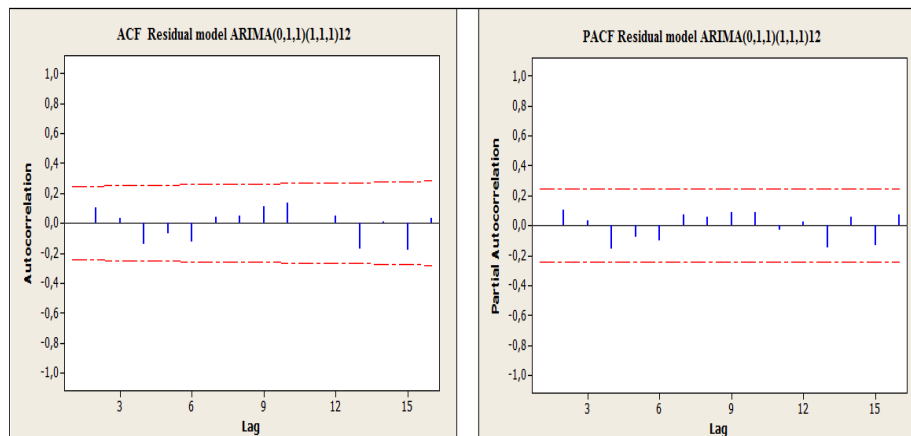
#### a. Uji Independensi *Residual*

Uji ini dilakukan untuk mendeteksi independensi *residual* antar *lag*. Uji independensi *residual* dilakukan dengan melihat pasangan ACF dan PACF *residual* yang dihasilkan model. Grafik ACF dan PACF *residual* model SARIMA(2,1,0)(2,1,0)<sup>12</sup> terlihat pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.8 ACF dan PACF *residual* model SARIMA(2,1,0)(2,1,0)<sup>12</sup>**

Selanjutnya, untuk model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> grafik ACF dan PACF *residual* disajikan pada Gambar 4.9.



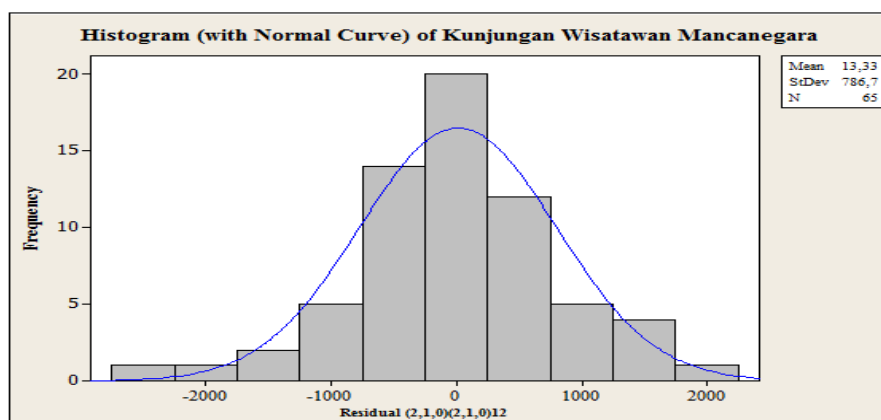
**Gambar 4.9 ACF dan PACF *residual* model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup>**

Grafik ACF dan PACF *residual* pada Gambar 4.8 dan 4.9 menunjukkan bahwa tidak ada *lag* yang memotong garis batas atas dan batas bawah nilai korelasi *residual* sehingga dapat disimpulkan bahwa *residual* yang dihasilkan kedua model tersebut tidak berkorelasi (independen).

b. Uji Kenormalan *Residual*

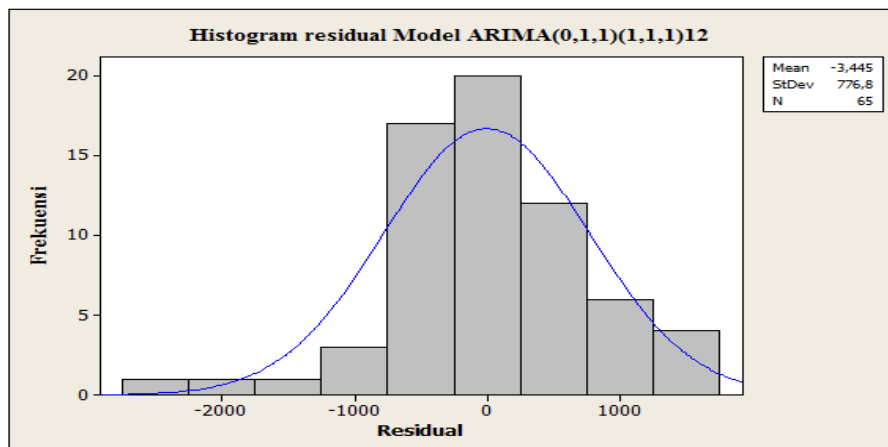
Kenormalan *residual* dapat dilihat pada histogram *residual* yang dihasilkan model. Jika histogram *residual* yang dihasilkan model telah mengikuti pola kurva normal, maka model layak digunakan untuk peramalan atau telah memenuhi asumsi kenormalan.

Berikut merupakan histogram *residual* model SARIMA(2,1,0)(2,1,0)<sup>12</sup> pada data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau.



**Gambar 4.10 Histogram *residual* model SARIMA(2,1,0)(2,1,0)<sup>12</sup>**

Selanjutnya, untuk model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> grafik ACF dan PACF *residual* disajikan pada Gambar 4.11.



**Gambar 4.11 Histogram *residual* model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup>**

Gambar 4.10 dan Gambar 4.11 menunjukkan histogram *residual* yang dihasilkan kedua model telah mengikuti pola kurva normal. Sehingga asumsi kenormalan terpenuhi. Berdasarkan uji yang dilakukan pada tahap diagnostik, diperoleh bahwa model sementara untuk model SARIMA(2,1,0)(2,1,0)<sup>12</sup> dan model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> layak digunakan untuk tahap peramalan. Hal ini disebabkan oleh kedua model telah memenuhi syarat uji kelayakan model yaitu *residual* yang dihasilkan model tidak berkorelasi dan memenuhi asumsi kenormalan.

Setelah model SARIMA(2,1,0)(2,1,0)<sup>12</sup> dan model SARIMA (0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> memenuhi uji independensi serta uji kenormalan *residual* maka dilakukan juga uji kerandoman *residual* pada kedua model tersebut dengan menggunakan *output* proses Ljung Box Pierce yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4.4 *Output* proses Ljung Box Pierce SARIMA(2,1,0)(2,1,0)<sup>12</sup> dan SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup>**

Lag	P-value	
	SARIMA(2,1,0)(2,1,0) <sup>12</sup>	SARIMA(0,1,1)(1,1,1) <sup>12</sup>
12	0,092	0,576
24	0,011	0,244
36	0,086	0,410
48	0,220	0,378

Berdasarkan *output* Ljung Box Pierce pada Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa model SARIMA(2,1,0)(2,1,0)<sup>12</sup> pada *lag* 24 mempunyai nilai *P-value* yang lebih kecil dari pada level toleransi 5 % (0,05), maka dapat disimpulkan model SARIMA(2,1,0)(2,1,0)<sup>12</sup> tidak layak digunakan untuk peramalan. Sedangkan model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> setiap *lag*nya pada *output* Ljung Box Pierce mempunyai nilai *P-value* yang lebih besar dari level toleransi 5 %, sehingga model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> layak digunakan untuk *forecasting*.

#### **Langkah 4. Penerapan Model untuk *Forecasting***

Pada tahap ini dilakukan *forecasting* jumlah kunjungan wisatawan mancanegara perbulannya setelah diperoleh model yang memenuhi prosedur ARIMA Box-Jenkins, yang dibedakan untuk data *training* (*in-sample*), data *testing* (*out-sample*) dan *forecasting*.

##### **a. Data *training***

Data *training* merupakan data yang digunakan untuk membangun model *forecasting*. Pada penelitian ini digunakan data *training* sebanyak 78 data aktual yaitu dari bulan Januari 2004 sampai bulan Juni 2010. Peramalan dengan menggunakan model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> untuk data *training* adalah sebagai berikut:

$$Z_t = Z_{t-1} + 0,0189Z_{t-12} - 0,0189 Z_{t-13} + 0,9811Z_{t-24} - 0,9811Z_{t-25} \\ + a_t - 0,7949a_{t-1} + 0,6791a_{t-12} - 0,53982a_{t-13}$$

$$\hat{Z}_{26} = Z_{25} + 0,0189Z_{14} - 0,0189 Z_{13} + 0,9811Z_2 - 0,9811Z_1 - \\ 0,7949a_{25} + 0,6791a_{14}$$

$$\hat{Z}_{26} = (2.897) + 0,0189(5.059) - 0,0189(4.640) + 0,9811(3.649) - \\ 0,9811(4.837) - 0,7949(-478,38) + 0,6791(1.015,01) = 2.878$$

·  
·  
·

$$\hat{Z}_{78} = Z_{77} + 0,0189Z_{66} - 0,0189 Z_{65} + 0,9811Z_{54} - 0,9811Z_{53} - \\ 0,7949a_{77} + 0,6791a_{66} - 0,53982a_{65}$$

$$\begin{aligned}\hat{Z}_{78} = & (2.284) + 0,0189(3.522) - 0,0189(2.571) + 0,9811(2.490) - \\ & 0,9811(3.334) - 0,7949(-873,14) + 0,6791(1.519,69) - \\ & 0,53982(-762,88) = 3.635\end{aligned}$$

Secara lengkap, hasil peramalan pada data *training* tersebut lebih jelas dapat dilihat pada Lampiran D.

**b. Data testing**

Data *testing* bertujuan melihat ketepatan hasil peramalan tanpa menggunakan data aktual. Penelitian tugas akhir ini menggunakan data *testing* sebanyak 6 data yaitu dari bulan Juli 2010 sampai Desember 2010. Data yang digunakan  $Z_{t-1} = \hat{Z}_{77}$ ,  $Z_t = \hat{Z}_{78}$ . Peramalan dengan menggunakan model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> untuk data *testing* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Z_t = & \hat{Z}_{t-1} + 0,0189\hat{Z}_{t-12} - 0,0189\hat{Z}_{t-13} + 0,9811\hat{Z}_{t-24} - 0,9811\hat{Z}_{t-25} \\ & + a_t - 0,7949a_{t-1} + 0,6791a_{t-12} - 0,53982a_{t-13}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{Z}_{79} = & \hat{Z}_{78} + 0,0189\hat{Z}_{67} - 0,0189\hat{Z}_{66} + 0,9811\hat{Z}_{55} - 0,9811\hat{Z}_{54} - \\ & 0,7949a_{78} + 0,6791a_{67} - 0,53982a_{66}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{Z}_{79} = & (3.635) + 0,0189(2.499) - 0,0189(2.002) + 0,9811(2.538) - \\ & 0,9811(3.174) - 0,7949(437,79) + 0,6791(-380,57) - \\ & 0,53982(1519,69) = 2.747\end{aligned}$$

·  
·  
·

$$\begin{aligned}\hat{Z}_{84} = & \hat{Z}_{83} + 0,0189\hat{Z}_{72} - 0,0189\hat{Z}_{71} + 0,9811\hat{Z}_{60} - 0,9811\hat{Z}_{59} - \\ & 0,7949a_{83} + 0,6791a_{72} - 0,53982a_{71}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{Z}_{84} = & (3.731) + 0,0189(4.746) - 0,0189(2.683) + 0,9811(3.469) - \\ & 0,9811(3.734) - 0,7949(970) + 0,6791(-870,91) - \\ & 0,53982(441,22) = 4.249\end{aligned}$$

Selanjutnya untuk lebih rinci hasil *forecasting* tersebut disajikan pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5 Data *testing* dan hasil *forecasting* wisatawan mancanegara model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup>**

No	Bulan	Aktual ( $Z$ )	<i>Forecasting</i> ( $\hat{Z}$ )
1	Juli 2010	2.591	2.747
2	Agustus 2010	2.069	3.201
3	September 2010	5.186	3.776
4	Oktober 2010	2.285	2.042
5	November 2010	4.702	3.731
6	Desember 2010	3.126	4.249

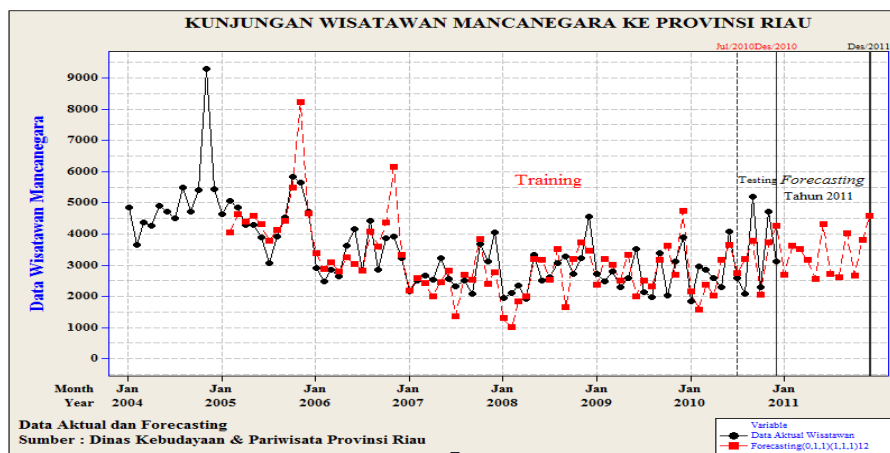
**c. *Forecasting* untuk Tahun 2011**

Setelah peramalan data *training* dan *testing* diperoleh, maka berikutnya dilakukan *forecasting* untuk bulan Januari 2011 sampai Desember 2011. Hasil peramalannya pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6 Data hasil *forecasting* wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau**

No.	Bulan	Wisatawan mancanegara	No	Bulan	Wisatawan mancanegara
1	Januari 2011	2.697	7	Juli 2011	2.705
2	Februari 2011	3.608	8	Agustus 2011	2.598
3	Maret 2011	3.526	9	September 2011	4.006
4	April 2011	3.157	10	Oktober 2011	2.675
5	Mei 2011	2.561	11	November 2011	3.804
6	Juni 2011	4.320	12	Desember 2011	4.574

Hasil pada tahap *training*, *testing* dan *forecasting* Tahun 2011 kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau dapat disajikan pada Gambar 4.12.



**Gambar 4.12 Plot data aktual, data *training*, *testing* dan *forecasting***



Berdasarkan Gambar 4.12 menunjukkan bahwa pola ramalan yang dihasilkan pada Tahun 2011 membentuk pola yang sama dengan data aktual pada tahun-tahun sebelumnya. Secara umum diketahui bahwa *forecasting* data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau pada data *training* memberikan nilai ramalan yang mendekati nilai data aktual, karena pada data *training* menggunakan unsur data aktual. Selain itu, pada data *testing* hasil ramalan juga mengikuti pola data yang sama dengan data aktual walaupun pada *testing* tidak menggunakan unsur data aktual.

Setelah prosedur Box-Jenkins dalam melakukan tahapan peramalan dipenuhi, maka diperoleh bahwa nilai ramalan tertinggi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau yang dihasilkan tertinggi diakhir tahun yaitu di bulan Desember 2011. Hal ini dikarenakan sesuai dengan model yang diperoleh dari SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> yang berarti bahwa terjadi pola peningkatan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara dengan periode musiman  $S = 12$  yaitu pada bulan Desember.

Selanjutnya dengan memperhatikan kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau yang tertinggi pada bulan Desember 2011 berdasarkan hasil ramalan yang diperoleh maka tingkat kunjungan wisatawan pada bulan tersebut juga disebabkan oleh masa liburan akhir tahun yang identik dengan berwisata.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan melalui metode Box-Jenkins yang telah dilakukan pada Bab IV sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa model *forecasting* yang sesuai untuk tingkat kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau adalah model SARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sup>12</sup> dengan model matematis sebagai berikut:

$$Z_t = Z_{t-1} + 0,0189Z_{t-12} - 0,0189 Z_{t-13} + 0,9811Z_{t-24} - 0,9811Z_{t-25} + \\ a_t - 0,7949a_{t-1} + 0,6791a_{t-12} - 0,53982a_{t-13}$$

sedangkan hasil *forecasting* jumlah perbulan kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau pada Tahun 2011 (dalam satuan orang) ialah:

**Tabel 5.1 Hasil *forecasting* wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau**

No.	Bulan	Wisatawan mancanegara	No.	Bulan	Wisatawan mancanegara
1	Januari 2011	2.697	7	Juli 2011	2.705
2	Februari 2011	3.608	8	Agustus 2011	2.598
3	Maret 2011	3.526	9	September 2011	4.006
4	April 2011	3.157	10	Oktober 2011	2.675
5	Mei 2011	2.561	11	November 2011	3.804
6	Juni 2011	4.320	12	Desember 2011	4.574

Berdasarkan Tabel 5.1 dapat dijelaskan bahwa *forecasting* jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Provinsi Riau pada bulan Januari 2011 adalah 2.697 orang, sedangkan pada bulan Februari 2011 sampai bulan April 2011 terjadi peningkatan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara yaitu berada pada 3.157 orang sampai 3.608 orang yang disebabkan dengan berbagai program kerja pemerintah Provinsi Riau salah satunya adalah penyelenggaraan *Riau International Energy Expo* 2011. Kemudian pada bulan Mei 2011 *forecasting* jumlah wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau mengalami penurunan yaitu 2.561 orang yang

disebabkan oleh *event* wisata yang tidak terlalu dominan. Pada bulan Juni 2011 hasil *forecasting* wisatawan mancanegara meningkat yaitu 4.320 orang, hal ini dikarenakan oleh padatnya *event* wisata berskala nasional pada bulan tersebut, salah satunya yaitu atraksi Bakar Tongkang di Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau.

Kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau pada bulan Juli 2011 sebanyak 2.705 orang dan pada bulan Agustus 2011 berjumlah 2.598 orang yang mengalami penurunan dari beberapa bulan sebelumnya, hal ini dikarenakan pada bulan Juli 2011 adalah permulaan semester dua yang identik dengan aktivitas kerja/pendidikan. Hal lain adalah pada bulan Agustus 2011 diprediksi akan berlangsungnya bulan suci Ramadhan 1432 H. Pada bulan September 2011 *forecasting* kunjungan wisatawan mancanegara yaitu 4.006 orang yang mengalami kenaikan dari bulan sebelumnya, salah satu faktornya adalah karena pada bulan tersebut adanya hari libur nasional setelah melaksanakan puasa Ramadhan.

Pada bulan Oktober 2011 hasil *forecasting* menunjukkan bahwa wisatawan mancanegara mengalami penurunan yaitu 2.675 orang yang disebabkan pada bulan tersebut sedikitnya program *event* wisata. Kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan November 2011 mengalami peningkatan kembali yaitu 3.804 orang, hal ini disebabkan pada bulan November dilaksanakannya Hari Raya Idul Adha 1432 H dan pada bulan tersebut juga adanya tahun baru Islam. Sedangkan pada bulan Desember 2011 jumlah kunjungan wisatawan mancanegara tertinggi dibandingkan dengan bulan-bulan sebelumnya yaitu 4.574 orang, hal ini dikarenakan akhir Tahun 2011.

## **5.2 Saran**

Tugas akhir ini menjelaskan model *forecasting* kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau dengan menggunakan metode Box-Jenkins. Bagi para pembaca yang tertarik untuk melanjutkan penelitian ini penulis menyarankan untuk meramalkan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara melalui jalur utama tempat kedatangan wisatawan mancanegara ke Provinsi Riau seperti bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru, pelabuhan Dumai dan pelabuhan Bengkalis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Box, G.E.P. Jenkins, G.M. dan Reinsel G.C. *Time Series Analysis Forecasting and Control*. Edisi 4. John Wiley and sons. Canada. 2008.
- BPS Provinsi Riau. *Statistik Kunjungan Wisatawan Mancanegara*. Jakarta. 2009.
- Badan Pusat Statistik. *Berita Resmi Statistik*. No. 20/04/Th. XII, 1 April 2009. Jakarta. 2009.
- Cryer, Jonathan D. *Time Series Analysis*. PWS-KENT Publishing Company. Boston. 1986.
- Chatfield, Chris. *Time-Series Forecasting*. Departement of Mathematical Sciences. University of Bath. UK . 2000.
- Delurgio, Stephen A. *Forecasting Principles and Aplications*. Kansas. 1998.
- Efendi, Riswan. *Analisa Runtun Waktu*. Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. 2010.
- Frechtling, Douglas C. *Forecasting Tourism Demand: Methods and Strategies*. Edisi 1. Plant A tree. Oxpord. 2001.
- <http://www.mediaindonesia.com/read/2011/01/19/196836/126/101/Wisman-ke-Riau>
- <http://indonesiatourismmonitor.blogspot.com/2011/04/riau-optimis-raih-lebih-banyak.html>
- Iriawan, Nur, dan Septin Puji Astuti. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Andi Offset. Yogyakarta. 2006.
- Lumbantobing, Magdalena. "Peramalan Nilai Penjualan Energi Listrik Di PT. PLN (Persero) Cabang Binjai untuk Tahun 2008". *Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Sumatra Utara*. 2008.
- Loganathan, Nanthakumar dan Yahaya Ibrahim. "Forecasting International Tourism Demand in Malaysia Using Box Jenkins Sarima Application." *South Asian Journal of Tourism and Heritage*. Vol. 3. Number 2. 2010.
- Makridarkis. Spyros dkk. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Edisi ke-2. Penerbit-Erlangga. 1999.

- Majalah *Visit Riau*. “Informasi & Panduan Wisata Riau – *Information & Tourism Guidance to Riau*”. *Riau Tourism Board*. 2009.
- Montgomery, Douglas C dkk. *Intoduction to Time Series Analysis and Forecasting*. United State of America. Wiley Interscience. 2008.
- Nuvitasari, Eka dkk. “Analisis Intervensi Multi Input Fungsi *Step* dan *Pulse* untuk Peramalan Kunjungan Wisatawan ke Indonesia”. *Pasca Sarjana Jurusan Statistik-FMIPA ITS*. 2009.
- Prasetyo, Dedy Dwi. *Peramalan Menggunakan Metode Pemulusan*. FMIPA UGM. Yogyakarta. 2009.
- Pujiati, Ari Suhermin. “Peramalan Kunjungan Wisatawan Manca Negara Melalui Bandara Ngurah Rai dengan Analisis *Time Series*”. *Pasca Sarjana Jurusan Statistika-FMIPA ITS*. 2009.
- Pujiati, Ari Suhermin. “Perbandingan Metode Peramalan Untuk Deret Waktu Musiman”. *Pasca Sarjana Jurusan Statistika-FMIPA ITS*. 2009.
- Rosadi, Dedi. *Model Runtun Waktu Stasioner*. FMIPA UGM. Yogyakarta. 2006.
- Rosadi, Dedi. *Pengantar Analisa Runtun Waktu*. FMIPA UGM. Yogyakarta. 2006.
- Sembiring, R.K. *Analisis Regresi*. Edisi kedua. Penerbit ITB. 1995.
- Subagyo, Pangestu. *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. edisi 2. BPFE-Yogyakarta. 1986.
- Santoso, Singgih. *Metode peramalan Bisnis Masa Kini dengan MINITAB dan SPSS*. Elex Media Komputindo. Jakarta. 2009.
- Sitepu, Robinson. “Pemodelan dan Peramalan Deret Waktu Musiman dengan Pendekatan Filter Bank”. *Tesis Sekolah Pasca Sarjana USU*. Medan. 2008.
- Wang, Y dan Lim. “*Using Time Series Models to Forecast Tourist Flows*”. *Proceeding of the 2005 International Conference on Simulation and Modelling*. 2005.
- Wei, William W.S. *Time Series Analysis*. California. Wesley Publishing Company, Inc. 1989.